

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト (参考)
G06F 3/02	310	G06F 3/02	E 58020
H01H 13/00		H01H 13/00	A 5G006
H01L 41/09		H01L 41/08	C
			U
			M
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-376698 (P.2001-376698)

(22) 出願日 平成13年12月11日 (2001. 12. 11)

(71) 出願人 000237721

エフ・ディー・ケイ株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72) 発明者 勝部 恭行

東京都港区新橋5丁目36番11号 エフ・デ  
ィー・ケイ株式会社内

(72) 発明者 本間 一隆

東京都港区新橋5丁目36番11号 エフ・デ  
ィー・ケイ株式会社内

(74) 代理人 100092598

弁理士 松井 伸一

Fターム (参考) 58020 DD02 GG02

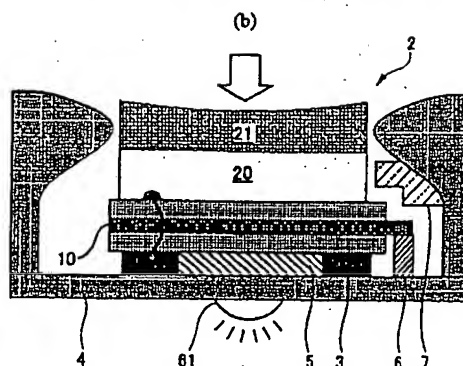
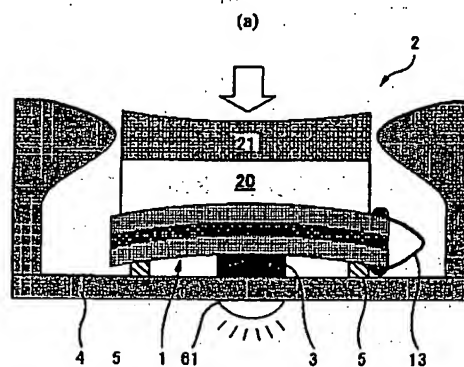
5G006 AA07

(54) 【発明の名称】 圧電素子を用いた触感スイッチ

## (57) 【要約】

【課題】 特別な駆動回路を設けないシンプルな構成を採り、スイッチ操作に対して触覚的な応答を得ることができ、確実で安定なスイッチ動作を行い得る圧電素子を用いた触感スイッチを提供すること

【解決手段】 バイモルフ素子1をキートップ2下方に配置して歪み変形させる。これにはバイモルフ素子の裏面中央部を支持体3で支持し、キートップ底面を凹形状に形成する。キートップを押すことでバイモルフ素子が凹形状に沿う状態で歪み変形し、裏面の電極膜が保持片5、5に接触して接地側が導通となる。次に中間電極層10がメーク接点6に接触して電荷の検知を行う回路が閉じる。バイモルフ素子の歪み変形が制限されるので発生電荷量が一定となり、この電荷が閉回路を流れて検知にかかりオン状態を得る。バイモルフは電荷の放出により歪み変形を戻す反力を発現し、キートップ2に衝撃的に伝わるので触感を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 押し操作等のスイッチ操作に対して触覚的な応答がある触感スイッチであって、外力により歪んで電荷を発生する圧電素子を備えたバイモルフ素子と、前記スイッチ操作における作用力を前記圧電素子に伝えて所定に歪ませる外力作用手段と、前記外力作用手段により所定に歪んだ圧電素子と電気的に接続するメーク接点とを備え、当該メーク接点から前記圧電素子の他端に連なり巡る回路を形成して前記圧電素子に蓄えられた電荷を放電可能としたことを特徴とする圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項2】 前記外力作用手段は、前記圧電素子の裏面中央部を支持する支持体と、凹形状の底面を持ち前記圧電素子の上部に配置するキートップとを備え、当該キートップを押すスイッチ操作により前記圧電素子に接触して当該底面の凹形状に沿って歪ませることを特徴とする請求項1に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項3】 前記キートップを、下層側が変形しない剛体層であり上層側は柔軟性を持つ弾性体層である複数層の材質構造としたことを特徴とする請求項2に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項4】 前記キートップを、下部が変形しない剛体部であり上部はバネ等の弾性部材を介して連なる上下2段の機能構造としたことを特徴とする請求項2に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項5】 前記圧電素子は分極方向が上下層共に同一方向であり上面電極と下面電極とを電気的に接続して共通電極とし、中間電極層との間から電荷を取り出すことを特徴とする請求項2から4の何れか1項に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項6】 前記圧電素子は分極方向が上下層で逆方向であり上面電極と下面電極との間から電荷を取り出すことを特徴とする請求項2から4の何れか1項に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項7】 前記回路には、LED等の発光素子を設け、前記電荷の放電に伴い前記発光素子を点灯可能としたことを特徴とする請求項1から6の何れか1項に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項8】 前記回路には、前記圧電素子における電荷の蓄積を所定極性にそろえるためのダイオード等の整流蓄電手段を備えたことを特徴とする請求項1から7の何れか1項に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

【請求項9】 前記圧電素子に定常位置で電気的に接続する定常接点と、当該定常接点から前記圧電素子の他端に連なり巡る回路を形成して電荷の放電を行う電荷放電手段とを備えたことを特徴とする請求項1から8の何れか1項に記載の圧電素子を用いた触感スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電素子を用いた触感スイッチに関するもので、より具体的には、押し操作等のスイッチ操作によりバイモルフ素子を歪ませて発生電荷の検知を行うようにした触感スイッチの基本構成の改良に関する。

## 【0002】

【発明の背景】良く知られているように、圧電素子は外力により歪んで電荷を発生する圧電気効果を示すことから、これをスイッチ素子に利用することが行われている。例えば押し操作を行うキースイッチ等に適用しており、押し操作力で圧電素子を歪ませて発生電荷（電圧）の検知からオン状態を得るスイッチ動作になっている。

【0003】また、圧電素子を用いたスイッチには、例えば特開平10-307661号公報などに示されたものがある。同公報のものは、キーボードを押す操作することで当該キーボード下方のバイモルフ素子に歪み変形を与えるように構成してある。そして、触覚的な応答のために、発生電荷の検知信号の出力から所定時間遅延した駆動信号を生成し、この駆動信号のタイミングでバイモルフ素子に高電圧を加えるフィードバック回路を備えた構成を採っている。

【0004】このため、キーボードを押す操作すると、バイモルフ素子の歪み変形による発生電荷を検知してオン状態を得るとともに、フィードバック回路の動作によりバイモルフ素子はその歪みを戻す反力を発現し、いわゆる逆圧電気効果を示すのでその反力（応答）を操作者が触覚的に知覚することになり触感を得る。

【0005】しかしながら、上記公報に示されたスイッチでは、触覚的な応答を得るためにフィードバック回路が必要であり、しかも高電圧の駆動回路となるため構成要素が増して大がかりになることは避けられず、コストが高くなる。また、最近は電子装置について小型化の要求が高いという背景があるため、上記のように付設回路が大がかりになるのでは小型、軽量化には適さない。

【0006】本発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、上記した問題を解決し、特別な駆動回路を設けないシンプルな構成を採り、スイッチ操作に対して触覚的な応答を得ることができ、確実に安定なスイッチ動作を行い得る圧電素子を用いた触感スイッチを提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明に係る圧電素子を用いた触感スイッチは、押し操作等のスイッチ操作に対して触覚的な応答がある触感スイッチである。そして、外力により歪んで電荷を発生する圧電素子を備えたバイモルフ素子と、前記スイッチ操作における作用力を前記圧電素子に伝えて所定に歪ませる外力作用手段と、前記外力作用手段により

所定に歪んだ圧電素子と電氣的に接続するメーク接点とを備え、当該メーク接点から前記圧電素子の他端に連なり巡る回路を形成して前記圧電素子に蓄えられた電荷を放電可能に構成した。

【0008】また、前記外力作用手段は前記圧電素子の裏面中央部を支持する支持体と、凹形状の底面を持ち前記圧電素子の上部に配置するキートップとを備えて、当該キートップを押すスイッチ操作により前記圧電素子に接触して当該底面の凹形状に歪ませる構成にする。

【0009】また、前記キートップを、下層側が変形しない剛体層であり上層側は柔軟性を持つ弾性体層である上下2層の材質構造としたり、あるいはまた、下部が変形しない剛体部であり上部はバネ等の弾性部材を介して連なる上下2段の機能構造とする。

【0010】また、前記圧電素子は分極方向が上下層共に同一方向であり上面電極と下面電極とを電氣的に接続して共通電極とし、中間電極層との間から電荷を取り出す構成にする。あるいはまた、前記圧電素子は分極方向が上下層で逆方向であり上面電極と下面電極との間から電荷を取り出す構成でもよい。

【0011】また、前記回路には、LED等の発光素子を設け、前記電荷の放電に伴い前記発光素子を点灯可能に構成するとよい。さらに前記回路には、前記圧電素子における電荷の蓄積を所定極性にそろえるためのダイオード等の整流蓄電手段を備えるとよい。

【0012】また、前記圧電素子に定常位置で電氣的に接続する定常接点と、当該定常接点から前記圧電素子の他端に連なり巡る回路を形成して電荷の放電を行う電荷放電手段とを備える。

【0013】したがって本発明では、キートップを押すことでバイモルフ素子が凹形状に沿う状態で歪み変形し、やがてメーク接点に接触して電荷の検知を行う回路が閉じる。ここで、バイモルフ素子の歪み変形はキートップ底面の凹形状に制限されるので、発生する電荷量が所定値となる。この電荷がメーク接点の接続により閉回路を流れてLED等の発光素子の発光から検知でき、オン状態が得られる。このとき、バイモルフ素子は発生電荷を放出することによって歪み変形を戻す向きに反力を発現するので、この戻り反力がキートップに衝撃的に伝わり、スイッチ操作した操作者が触感することになる。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態を示している。本実施の形態において、触感スイッチは、外力により歪んで電荷を発生するバイモルフ素子1を備えて、キートップ2を押す操作することで当該キートップ2下方のバイモルフ素子1に歪み変形を与える構成を採っている。そして、発生電荷の検知（放電）からオン状態を得るスイッチ動作になっていて、そのオン状態を得る際に生じる急速放電によりバイモルフ素子1に歪みを戻す反力を発現させて触覚的な応答を得る。

【0015】バイモルフ素子1は、中間電極層10を挟むようにセラミック材料等による圧電素子からなる圧電層11、12を設けるとともに、それぞれの圧電層11、12の表面に電極膜を形成した多層構造になっている。本実施の形態では、図2に示すように、バイモルフ素子1は分極方向が上下層共に同一方向であり上面電極と下面電極とをリード線13により接続して共通電極とし、中間電極層10との間から電荷を取り出すようにしている。

【0016】キートップ2は、その底面を凹形状に形成してあり、上下2層の材質構造つまり下層側が変形しない剛体層20で、上層側が柔軟性を持つ弾性体層21になっている。これは、キートップ2を押すスイッチ操作のストローク量を大きくするためである。つまり、バイモルフ素子1を弾性限界の範囲内で歪み変形させることには、操作ストローク量はさほど大きくすることはできないが、操作者に確かな操作感覚を感じさせるにはある程度大きな操作ストローク量を設定することが好ましい。そこで、剛体層20の底面の凹形状を圧電材料の弾性限界の範囲内で適切に設定することにより、その凹形状よりも大きく変形してしまうことを抑止し、さらに、弾性体層21を設けることにより、スイッチ操作に伴う押下時に係る弾性体層21が弾性変形することによって操作ストローク量を確保するようにした。

【0017】なお、キートップ2としては、底面のみが形状を保持できればよいので、本実施の形態に示す上下2層の材質構造に限定されるものではない。例えば、下部を変形しない剛体部とし、上部はバネ等の弾性部材を介して連なる上下2段の機能構造としてもよい。もちろん3層以上にしても良い。

【0018】そして、この触感スイッチでは、略方形形状の支持体3をベース板4上に設けていて、バイモルフ素子1は支持体3上に固着してその裏面中央部を支持する構成を採り、キートップ2を押すスイッチ操作によりバイモルフ素子1に接触して当該底面の凹形状に沿う状態で歪ませる。また、支持体3の両側には保持片5、5を設けていて、キートップ2の底面形状に歪み変形したバイモルフ素子1が接触し、これを支持する。

【0019】支持体3及び保持片5、5は、弾性部材から形成していて、キートップ2の弾性体層21よりも硬めの設定とする。さらに、保持片5、5は、導電性部材を混合していて、後述する接点に連なる閉回路の接地側接点になっている。

【0020】図1には図示を省略したが、ベース板4にはメーク接点6を設けていて、このメーク接点6は所定に歪み変形したバイモルフ素子1と電氣的に接続するように設定している。本実施の形態では、図5(b)に示すように、中間電極層10の張り出し部と接触する。また、メーク接点6の上方には定常接点7を配設していて、その定常接点7はバイモルフ素子1に定常位置で電

氣的に接続する設定としてあり、本実施の形態では図3 (b) に示すように、中間電極層10の張り出し部と接触する。

【0021】メーク接点6には、図2に示すように、電流制限のための抵抗60、LED61の直列ラインと、整流蓄電ダイオード62のラインとを並列に接続しており、これらのラインは当該メーク接点6からバイモルフ素子1の他端に接続された回路を形成している。この整流蓄電ダイオード62は、LED61とは逆向きに接続している。したがって、バイモルフ素子1が歪み変形により発生した電荷は、LED61側には順方向電流として放出するので発光し、電荷の検知を行える。そしてそのとき、整流蓄電ダイオード62の方向制限により、バイモルフ素子1には電荷の蓄積が逆向きに起こることになり、これは定常接点7に連なる放電回路で放電させる。

【0022】つまり、定常接点7には図2に示すように、電荷放電のための抵抗70を接続してあって、これは当該定常接点7からバイモルフ素子1の他端に連なり巡る回路を形成している。したがって、バイモルフ素子1が定常位置にある場合、これに蓄積された電荷は抵抗70に対して放出する。

【0023】なお、ベース板4の裏面には回路パターンを形成してあり、その回路パターンに、上記した抵抗60、LED61、整流蓄電ダイオード62、抵抗70等の回路素子を実装している。

【0024】キートップ2底面の凹形状に沿う状態で歪み変形したバイモルフ素子1では、上側の圧電層11が延び変形となり下側の圧電層12が縮み変形となる。そして発生電荷の極性は、延び変形側は分極方向にそろう向きになり、縮み変形側は分極方向と逆向きになる。ここでは上下層共に分極方向が同一なので、図2に示すように、中間電極層10に対して電荷の極性がそろうことになり、圧電層11と圧電層12とをバラレルに接続した状態になる。ここに、本発明に係る触感スイッチは以下のように動作する。

【0025】(1) 触感スイッチが定常状態にあるときは、図3に示すように、メーク接点6及び接地側接点の保持片5、5は非接触になっている。

【0026】(2) ここでキートップ2を押すと、中央を支持されたバイモルフ素子1がキートップ2底面の凹形状に沿う状態で歪み変形して、図4に示すように、バイモルフ素子1の裏面(電極膜)が保持片5、5に接触してまず接地側が導通状態となり、弾性を有する保持片5、5及び支持体3を圧縮しはじめる。このバイモルフ素子1の歪み変形量は、キートップ2底面の凹形状によって決まり、その凹形状は圧電材料の弾性限界の範囲内で適切に設定するので、バイモルフ素子1が破損してしまうことはない。

【0027】(3) さらにキートップ2を押し込むこと

で、図5(b)に示すように、中間電極層10の張り出し部がメーク接点6に接触して導通状態になり電荷の検知を行う閉回路ができる。

【0028】したがって、バイモルフ素子1の発生電荷が放出し、LED61が発光する。このとき、バイモルフ素子1は発生電荷を急激に放出することによって歪み変形を戻す向きに反力を発現するので、この戻り反力がキートップ2に衝撃的に伝わり、スイッチ操作した操作者が触感することになる。

【0029】(4) 操作者がキートップ2を離して押し操作を止めた際には、バイモルフ素子1の歪み形状が戻って図3に示す定常状態に戻るが、このときバイモルフ素子1には整流蓄電ダイオード62による電荷の蓄積が逆向きに起こっている。この蓄積電荷は次のスイッチ動作による発生電荷と相殺するので放電する必要があり、本発明では中間電極層10が定常接点7に接触して導通状態となり抵抗70を巡る閉回路で電荷を放出させる。

【0030】このように本発明では、キートップ2を押すことでバイモルフ素子1が凹形状に沿う状態で歪み変形し、やがてメーク接点6に接触して電荷の検知を行う回路に接続して閉じる。ここで、バイモルフ素子1の歪み変形はキートップ2底面の凹形状に制限されるので、発生する電荷量が所定値となり、この電荷が閉回路を流れてLED61の発光から検知でき、オン状態が得られる。そして、バイモルフ素子1は発生電荷を放出することによって歪み変形を戻す向きに反力を発現するので、この戻り反力がキートップ2に衝撃的に伝わり、スイッチ操作に対して触覚的な応答を得ることができる。

【0031】この場合、触覚的な応答を得ることに従来のようにフィードバック回路は必要なく、特別な駆動回路を設けないシンプルな構成となる。このため、コスト面で有利性があり、小型、軽量化が図れる。

【0032】また、バイモルフ素子1の歪み変形が所定量なので、これによる発生電荷量が一定となり、このためオン状態を安定的に得ることができ、確実に安定なスイッチ動作を行うことができる。

【0033】図6から図9は、本発明の第2の実施の形態を示している。この第2の実施の形態では、バイモルフ素子1の分極方向を変更している。つまり、バイモルフ素子1は、中間電極層10を挟む上下をセラミック材料等による圧電層11、12とし、それぞれ圧電層11、12の表面に電極膜を形成して多層構造にすることは第1の実施の形態のものと同様であるが、本実施の形態では、圧電層11上には張り出し部を有する上面電極層14を設け、中間電極層10には張り出し部を形成しない。そして、このバイモルフ素子1は分極方向が上下層で逆方向であり上面電極層14と下面電極との間から電荷を取り出すように構成している。

【0034】また、保持片5、5には導電性部材を混合

しないで、支持体3に導電性部材を混合する構成を採用し、バイモルフ素子1の下面電極は支持体3に導電性接着剤により固着するので電荷の検知を行う回路の接地側に接続することになる。他の構成各部は第1形態と同様であり、それら同様各部の説明は省略する。

【0035】なお、キートップ2底面の凹形状に沿う状態で歪み変形したバイモルフ素子1では、上側の圧電層11が延び変形となり下側の圧電層12が縮み変形となる。そして発生電荷の極性は、延び変形側は分極方向にそろう向きになり、縮み変形側は分極方向と逆向きになる。ここでは上下層で分極方向が逆方向なので、図6に示すように、中間電極層10に対して電荷の極性が逆になり、圧電層11と圧電層12とをシリーズに接続した状態になる。したがって、本形態の触感スイッチは以下のように動作する。

【0036】(1) 触感スイッチが定常状態にあるときは、図7(b)に示すように、メーク接点6は非接触になっている。

【0037】(2) ここでキートップ2を押すと、中央を支持されたバイモルフ素子1がキートップ2底面の凹形状に沿う状態で歪み変形し、図8に示すように、バイモルフ素子1の裏面(電極膜)が保持片5、5に接触して、保持片5、5及び支持体3を圧縮しはじめる。

【0038】(3) さらにキートップ2を押し込むことで、図9(b)に示すように、上面電極層14の張り出し部がメーク接点6に接触して導通状態になり電荷の検知を行う閉回路ができる。

【0039】したがって、バイモルフ素子1の発生電荷が放出し、LED61が発光する。このとき、バイモルフ素子1は発生電荷を放出することによって歪み変形を戻す向きに反力を発現するので、この戻り反力がキートップ2に衝撃的に伝わり、スイッチ操作した操作者が触感することになる。

【0040】(4) 操作者がキートップ2を離して押し操作を止めた際には、バイモルフ素子1の歪み形状が戻って図7に示す定常状態に戻るが、このときバイモルフ素子1には整流蓄電ダイオード62による電荷の蓄積が逆向きに起こっている。この蓄積電荷は次のスイッチ動作による発生電荷と相殺するので放電する必要があり、本形態では上面電極層14が定常接点7に接触して導通状態となり抵抗70を巡る閉回路で電荷を放出させる。

【0041】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る圧電素子を用いた触感スイッチでは、キートップを押すことでバイモルフ素子が凹形状に沿う状態で歪み変形し、やがてメーク接点に接触して電荷の検知を行う回路が閉じる。ここで、バイモルフ素子の歪み変形はキートップ底面の凹形状に制限されるので、発生する電荷量が所定値とな

り、この電荷が閉回路を流れてLED等の発光素子の発光から検知でき、オン状態が得られる。そして、バイモルフ素子は発生電荷を放出することによって歪み変形を戻す向きに反力を発現するので、この戻り反力がキートップに衝撃的に伝わり、スイッチ操作に対して触覚的な応答を得ることができる。

【0042】この場合、触覚的な応答を得ることに従来のようにフィードバック回路は必要なく、特別な駆動回路を設けないシンプルな構成となる。このため、コスト面で有利性があり、小型、軽量化が図れる。

【0043】また、バイモルフ素子の歪み変形が所定量なので、これによる発生電荷量が一定となり、このためオン状態を安定的に得ることができ、確実に安定なスイッチ動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す触感スイッチの斜視図である。

【図2】本発明に係る触感スイッチの構成図である。

【図3】(a)は、触感スイッチの正面図である。

(b)は、その側面図である。

【図4】(a)は、触感スイッチの正面図である。

(b)は、その側面図である。

【図5】(a)は、触感スイッチの正面図である。

(b)は、その側面図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態を示す触感スイッチの構成図である。

【図7】(a)は、触感スイッチの正面図である。

(b)は、その側面図である。

【図8】(a)は、触感スイッチの正面図である。

(b)は、その側面図である。

【図9】(a)は、触感スイッチの正面図である。

(b)は、その側面図である。

【符号の説明】

1 バイモルフ素子

2 キートップ

3 支持体

4 ベース板

5 保持片

6 メーク接点

7 定常接点

10 中間電極層

11, 12 圧電層

13 リード線

14 上面電極層

20 剛体層

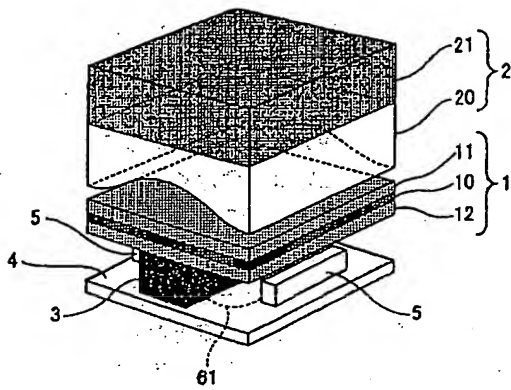
21 弾性体層

60, 70 抵抗

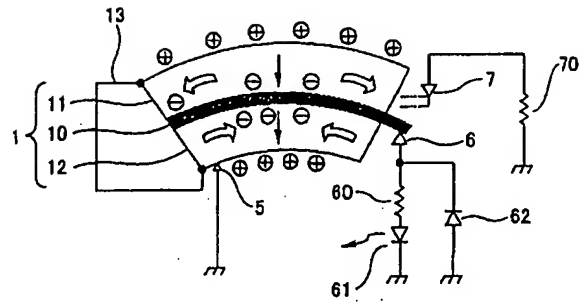
61 LED

62 整流蓄電ダイオード

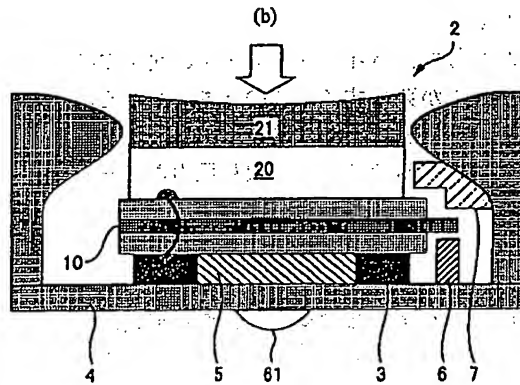
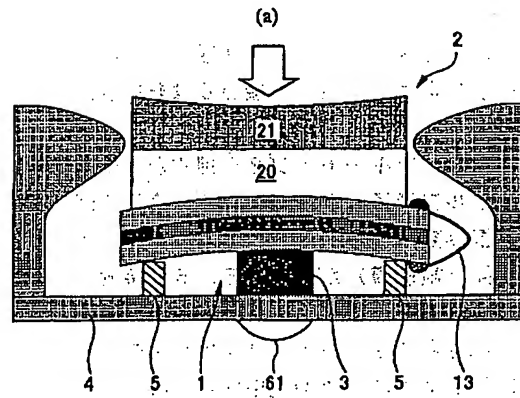
【図1】



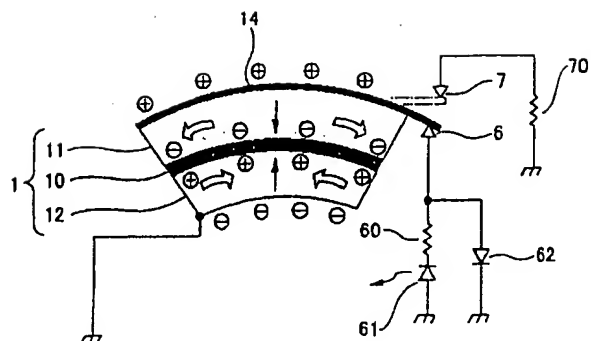
【図2】



【図4】

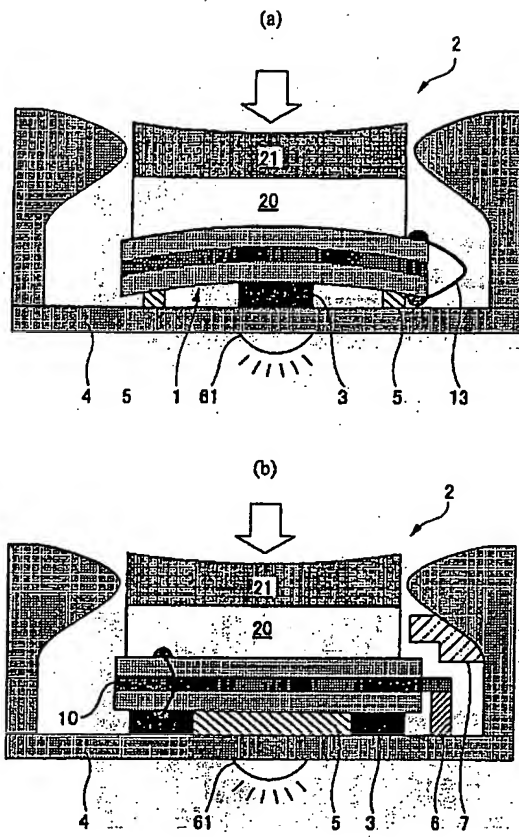


【図6】

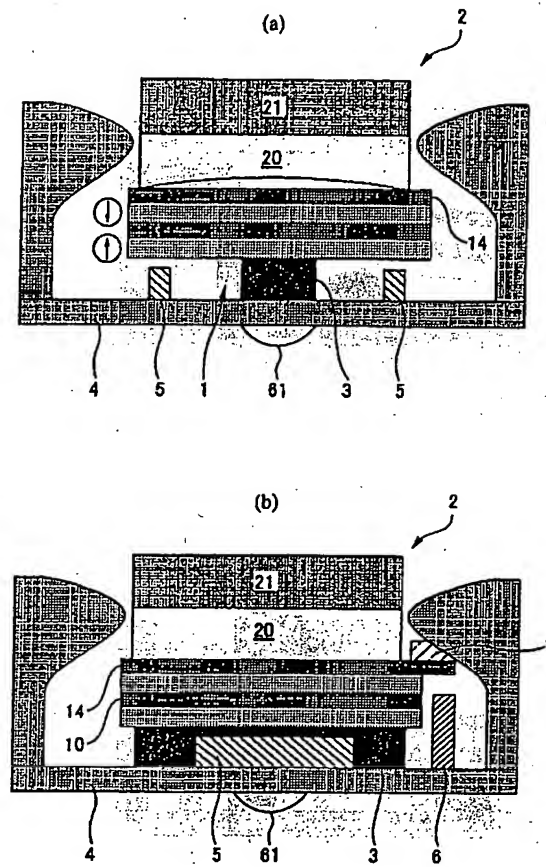




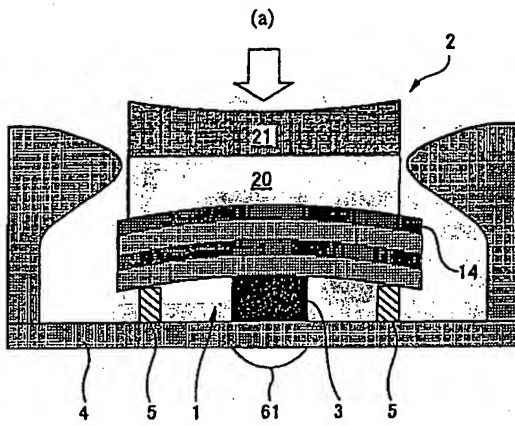
【図5】



【図7】



【図 8】



【図 9】

